

## Índice de área foliar da soja em função da redução da densidade de semeadura



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Soja  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
17**

**Índice de área foliar da soja em função da  
redução da densidade de semeadura**

*Alvadi Antonio Balbinot Junior  
André Sampaio Ferreira  
Flávia Werner  
Marcelo Augusto de Aguiar e Silva  
Claudemir Zucareli*

***Embrapa Soja  
Londrina, PR  
2018***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Soja**  
Rod. Carlos João Strass, s/n,  
acesso Orlando Amaral  
C.P. 231, CEP 86001-970  
Fone: 3371-6000  
www.embrapa.br/soja  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Soja

Presidente  
*Ricardo Vilela Abdelnoor*

Secretária-Executiva  
*Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*

Membros  
*Alvadi Antonio Balbinot Junior, Claudine Dinali  
Santos Seixas, Fernando Augusto Henning,  
José Marcos Gontijo Mandarino, Liliane Márcia  
Mertz-Henning, Maria Cristina Neves de  
Oliveira, Norman Neumaier e Osmar Conte*

Supervisão editorial  
*Vanessa Fuzinatto Dall' Agnol*

Normalização bibliográfica  
*Ademir Benedito Alves de Lima*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*Marisa Yuri Horikawa*

Foto da capa  
*Alvadi Antonio Balbinot Junior*

**1ª edição**  
PDF digitalizado (2018)

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
Embrapa Soja

---

Índice de área foliar da soja em função da redução da densidade de  
semeadura / Alvadi Antonio Balbinot Junior [et al.]. – Londrina : Embrapa Soja, 2018.  
PDF (18 p.) : il. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Soja, ISSN 2178-1680;  
n.17)

1.Soja. 2.Densidade de semeadura. 3.Prática cultural. I.Balbinot Junior, Alvadi Antonio.  
II.Ferreira, André Sampaio. III.Werner, Fátima. IV.Silva, Marcelo Augusto de Aguiar e. V.Zucarelli,  
Claudemir. VI.Título. VII.Série.

CDD 633.34

# Sumário

---

Resumo .....5

Abstract .....6

Introdução.....7

Material e Métodos .....8

Resultados e Discussão .....11

Referências .....17

## Índice de área foliar da soja em função da redução da densidade de semeadura

Alvadi Antonio Balbinot Junior<sup>1</sup>; André Sampaio Ferreira<sup>2</sup>; Flávia Werner<sup>2</sup>; Marcelo Augusto de Aguiar e Silva<sup>3</sup>; Claudemir Zucareli<sup>3</sup>

**Resumo** - O objetivo desse trabalho foi avaliar o índice de área foliar (IAF) de duas cultivares de soja durante o ciclo de desenvolvimento, em função da redução na densidade de semeadura. Foi conduzido um experimento de campo nas safras 2016/17 e 2017/18, em Londrina, PR. O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados, com cinco repetições e esquema fatorial 2 x 5. O primeiro fator se consistiu de duas cultivares de soja, BRS 1010IPRO e NS 5959IPRO e o segundo por cinco densidades de semeadura: 100, 80, 60, 40 e 20% da quantidade de sementes indicada pelo obtentor das cultivares. O IAF após a formação de vagens foi similar nas densidades de 100, 80 e 60% do recomendado. As densidades de 40 e 20% do recomendado limitaram o IAF e, conseqüentemente, a produtividade. A faixa de IAF no início de enchimento de grãos que maximizou a produtividade foi de 6,5 a 7,0.

**Termos para indexação:** área foliar, semeadura, produtividade

---

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Doutorando da Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor da Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR

## Leaf area index of soybean as a function of sowing rate reduction

**Abstract** - The objective of this work was to evaluate the leaf area index (LAI) of two soybean cultivars during the development cycle, as a function of sowing rate reduction. A field experiment was carried out in the 2016/17 and 2017/18 growing seasons, Londrina, Paraná state, Brazil. The experimental design was a randomized complete block with five replications and a 2 x 5 factorial scheme. The first factor consisted of two soybean cultivars, BRS 1010IPRO and NS 5959IPRO, and the second by five sowing rates: 100, 80, 60, 40 and 20% of indicated. The LAI after pod formation was similar at densities of 100, 80 and 60% of the recommended one. The sowing rates of 40 and 20% limited LAI and, consequently, grain yield. The IAF range at the beginning of grain filling that maximized yield was 6.5 to 7.0.

**Index terms:** leaf area, sowing, yield

## Introdução

---

Nas últimas três décadas, a produtividade da cultura da soja aumentou expressivamente no Brasil, em razão do melhoramento genético e do aprimoramento das práticas de manejo do solo e da cultura. Atualmente, há registros de lavouras comerciais com produtividades superiores a  $7 \text{ t ha}^{-1}$ . Para atingir essas produtividades, a cultura precisa ter alta eficiência em interceptar a radiação solar, em converter a radiação interceptada em biomassa e, por fim, ter alta partição da biomassa nos grãos. Uma variável que pode influenciar nesses processos é o índice de área foliar (IAF) durante o ciclo de desenvolvimento da cultura. O IAF é a relação entre a área foliar e a área de solo ocupada pela cultura (Heiffig et al., 2006). Por exemplo, IAF 6,5 corresponde a  $6,5 \text{ m}^2$  de folhas em  $1 \text{ m}^2$  de área.

O IAF aumenta com o avanço do ciclo de desenvolvimento da soja, até atingir um ponto em que não há mais emissão e/ou expansão de folhas, a partir do qual o IAF reduz em função da senescência foliar. Em cultivares com tipo de crescimento indeterminado, o IAF máximo geralmente ocorre entre os estádios R3 (início de formação de vagens) até R5.1 (início de formação dos grãos) (Zanon et al., 2015). Durante esse período, IAF baixos podem restringir o acúmulo de biomassa e a produtividade devido à baixa interceptação de radiação. Por outro lado, IAF excessivamente altos podem reduzir a produtividade pelo aumento de energia gasta via respiração e fotorrespiração para manter as estruturas vegetativas vivas e/ou pelo aumento de estresses bióticos, principalmente doenças e insetos-praga, que se beneficiam do microambiente gerado no dossel e da baixa penetração de agrotóxicos na lavoura.

O entendimento da evolução do IAF durante o ciclo da cultura e seu efeito sobre a produtividade pode fundamentar práticas de manejo para que seja atingido IAF adequado para obtenção de altas produtividades (Tagliapietra et al., 2018). Uma prática de manejo que interfere diretamente no IAF da cultura da soja é a densidade de semeadura (Setiyomo et al., 2011; Procópio et al., 2013; Balbinot Junior et al., 2015a). O custo com sementes de soja tem aumentado nas últimas safras, principalmente devido ao uso de cultivares transgênicas de soja e à incorporação de eventos biotecnológicos (Hirakuri; Balbinot Junior, 2015; Richetti et al., 2017). Isso tem estimulado o uso de densidades de semeadura aquém das indicadas pelos obtentores por parte de

alguns produtores (Ferreira et al., 2016). Nesse contexto, questiona-se se o uso de baixas densidades limita o IAF e, conseqüentemente, a produtividade de grãos.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o IAF de duas cultivares de soja durante o ciclo de desenvolvimento em função da redução na densidade de semeadura.

## Material e Métodos

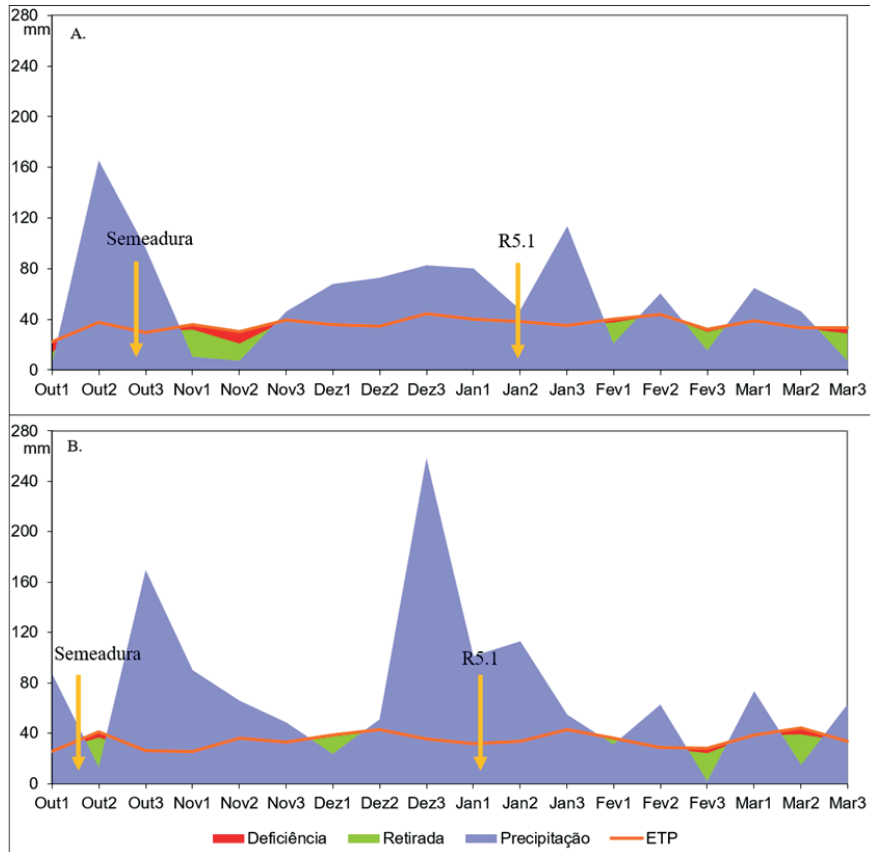
---

Foi conduzido um experimento de campo nas safras 2016/17 e 2017/18, em Londrina, PR (23° 11' S, 51° 11' O e 620 m de altitude) em um Latossolo Vermelho distrófico manejado em Sistema Plantio Direto (SPD) por mais de 10 anos. O balanço hídrico durante o ciclo da soja nas duas safras é apresentado na Figura 1.

O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados, com cinco repetições e esquema fatorial 2 x 5. O primeiro fator se consistiu de duas cultivares de soja, BRS 1010IPRO e NS 5959IPRO. As cultivares avaliadas são tolerantes ao glifosato e resistentes a várias espécies de lagartas, possuem tipo de crescimento indeterminado e pertencem aos grupos de maturidade relativa 6.1 e 5.9, respectivamente. A cultivar BRS 1010IPRO possui maior altura de plantas e apresenta maior potencial de ramificação, comparativamente à NS 5959IPRO. O segundo fator foi constituído por cinco densidades de semeadura: 100, 80, 60, 40 e 20 % da quantidade de sementes indicada pelo obtentor das cultivares. A faixa de densidade recomendada para as cultivares BRS 1010IPRO e NS 5959IPRO, na região de condução do experimento, é de 265 a 310 e 380 a 420 mil plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Para definição das densidades de semeadura, foi considerado como recomendado o valor máximo dentro da faixa indicada. Portanto, os tratamentos foram constituídos das seguintes densidades: 310, 248, 186, 125 e 62 mil sementes viáveis ha<sup>-1</sup>, para a cultivar BRS 1010IPRO e 420, 336, 252, 168 e 84 mil sementes viáveis ha<sup>-1</sup> para a cultivar NS 5959IPRO. As sementes utilizadas apresentaram porcentagem de germinação que variou de 88 a 92%. Quando as plantas estavam no estágio V1, foi realizada a contagem de plantas em 4 m de fileira por parcela. Para a cultivar BRS 1010IPRO foram obtidas as seguintes densidades: 65, 123, 156, 235 e 275 mil plantas ha<sup>-1</sup> na sa-



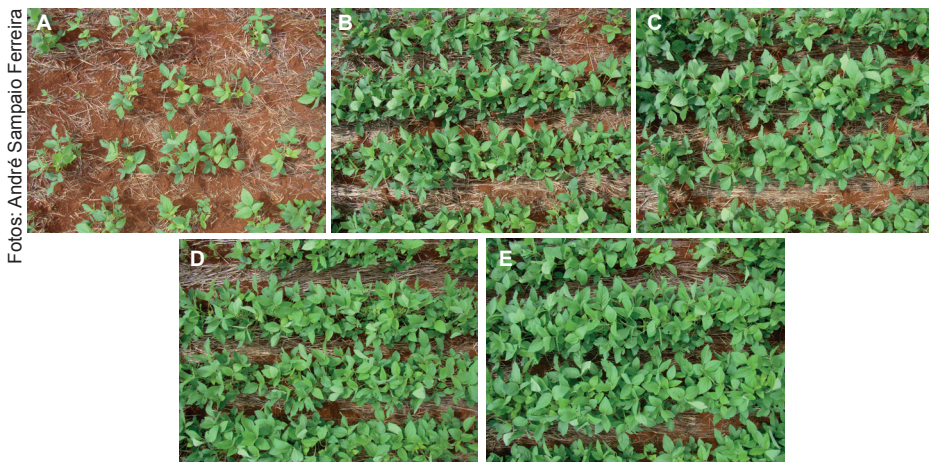
fra 2016/17 e 62, 131, 171, 204 e 267 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  na safra 2017/18. Para a cultivar NS 5959IPRO foram otidas as densidades: 84, 139, 220, 259 e 365 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  na safra 2016/17 e 80, 139, 194, 274 e 362 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  na safra 2017/18. A Figura 2 demonstra as diferentes densidades avaliadas.



**Figura 1.** Balanço hídrico climatológico sequencial, por decêndio, durante o período de condução dos experimentos. A: outubro de 2016 a março de 2017; B: outubro de 2017 a março de 2018. Setas indicam o momento da semeadura e início de enchimento dos grãos (R5.1), Londrina, PR.

As parcelas foram constituídas de dez linhas de 10 m, com espaçamento de 45 cm ( $45 \text{ m}^2$ ), sendo utilizadas três linhas centrais como área útil para as avaliações de IAF ( $13,5 \text{ m}^2$ ). A semeadura foi realizada em 28 de outubro de 2016 e 06 de outubro de 2017, utilizando  $300 \text{ kg ha}^{-1}$  de fertilizante 0-20-20 ( $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ ). As sementes foram tratadas com Carboxina e Tiram - Vitavax

Thiram - 200SC® (300 mL 100 kg<sup>-1</sup> semente), Co-Mo Platinum® (100 mL 50 kg<sup>-1</sup> semente) e inoculante líquido *Bradyrhizobium elkanii* - Gelfix 5® (100 mL 50 kg<sup>-1</sup> de sementes). O controle de pragas, doenças e plantas daninhas foi realizado de acordo com as recomendações técnicas para a cultura.



**Figura 2.** Densidades de semeadura avaliadas, cultivar BRS 1010IPRO, estágio V5. Londrina, PR.

A - 20% da densidade de semeadura indicada (62 mil sementes viáveis por hectare)  
 B - 40% da densidade de semeadura indicada (125 mil sementes viáveis por hectare)  
 C - 60% da densidade de semeadura indicada (186 mil sementes viáveis por hectare)  
 D - 80% da densidade de semeadura indicada (248 mil sementes viáveis por hectare)  
 E - 100% da densidade de semeadura indicada (310 mil sementes viáveis por hectare)

Foi determinado o IAF com um analisador de dossel de plantas, LI-COR® LAI-2200, que possui um sensor zenital do tipo olho de peixe para captação da radiação solar, equipado com uma capa de 90° de abertura. Foram estabelecidas cinco posições de leitura, três nas linhas e duas nas entre linhas da área útil das parcelas. Todas as avaliações foram realizadas das 9:00 às 11:00 h, evitando dias com nuvens e/ou com muito vento. Durante o ciclo de desenvolvimento da cultura, foram realizadas 11 e 10 avaliações nas safras 2016/17 e 2017/18, respectivamente. No momento de cada avaliação foi registrado o estágio de desenvolvimento, segundo Ritchie et al. (1977).

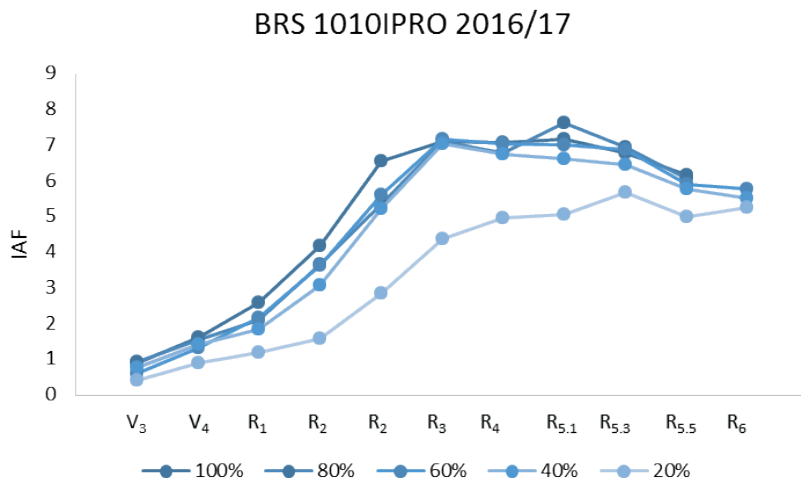
Os dados foram submetidos aos testes de normalidade de erros (Shapiro; Wilk, 1965) e homogeneidade de variância dos tratamentos (Hartley, 1950). Em seguida, foram submetidos à análise ANOVA ( $p \leq 0,05$ ). Também foi realizada análise de correção linear de Pearson entre as variáveis ( $p \leq 0,05$ ).

## Resultados e Discussão

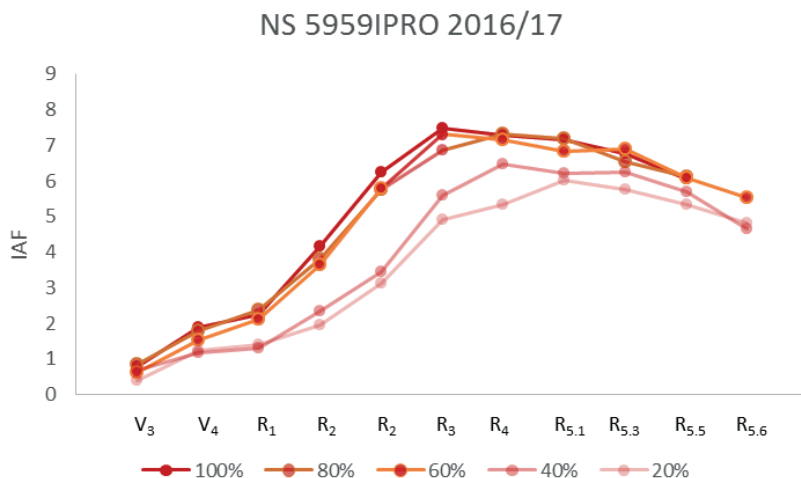
---

Houve interação significativa entre as cultivares e as densidades de semeadura avaliadas, por isso os dados serão apresentados por cultivar e safra. Nas duas safras, a disponibilidade hídrica foi adequada para a cultura, pois houve apenas um pequeno déficit na safra 2016/17 no início do ciclo (Figura 1). Na safra 2016/17, a evolução do IAF de V3 a R5.6 foi semelhante nas duas cultivares avaliadas (Figuras 3 e 4). De V3 até R1 o aumento de IAF foi relativamente lento, enquanto do estágio R1 a R3 foi elevado, característica típica de cultivares de soja com tipo de crescimento indeterminado (Balbinot Junior et al., 2015b; Santos et al., 2018; Tagliapietra et al., 2018). Para as três maiores densidades, o pico de IAF foi atingido no estágio R3, chegando a valores entre 7,0 e 8,0 para as duas cultivares. Isso demonstra que as condições de ambiente foram favoráveis ao crescimento das plantas, já que os valores de IAF atingidos foram elevados. No entanto, na menor densidade (20% do indicado pelos obtentores das cultivares) o IAF máximo foi atingido somente entre os estádios R5.1 e R5.3. Portanto, a redução da densidade de semeadura elevou o tempo necessário para a soja atingir o IAF máximo.

Para a safra 2016/17, os resultados indicam que a redução para 60% da densidade recomendada para as cultivares BRS 1010 IPRO e NS 5959 IPRO não provocaram alterações expressivas no IAF do dossel, especialmente após R3 (Figuras 3 e 4). A alta capacidade das plantas de soja aumentar a área foliar em baixas densidades é um dos fatores que propiciam a elevada plasticidade fenotípica à cultura. Em contrapartida, a redução da densidade de semeadura para 40 ou 20% do recomendado, na cultivar NS 5959 IPRO, reduziu acentuadamente o IAF da cultura durante todo o ciclo, podendo provocar prejuízos à produtividade.



**Figura 3.** Índice de área foliar (IAF) da cultivar BRS 1010IPRO durante o ciclo de desenvolvimento em cinco densidades de semeadura (100, 80, 60, 40 e 20 % do recomendado pelo obtentor). Londrina, PR, safra 2016/17.



**Figura 4.** Índice de área foliar (IAF) da cultivar NS 5959IPRO durante o ciclo de desenvolvimento em cinco densidades de semeadura (100, 80, 60, 40 e 20 % do recomendado pelo obtentor). Londrina, PR, safra 2016/17.

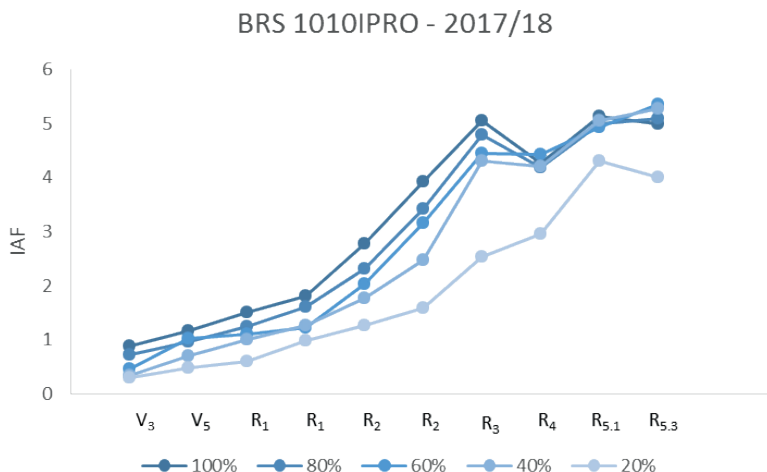
Na safra 2017/18, o aumento do IAF durante o ciclo das duas cultivares avaliadas foi mais lento em relação à safra anterior (Figuras 5 e 6). Possivelmente isso ocorreu porque a semeadura foi realizada mais precocemente (06/10) ante 28/10 na safra 2016/17. Nas semeaduras mais antecipadas, a cultura é submetida a condições de menor temperatura e dias mais curtos no início do ciclo de desenvolvimento, reduzindo o crescimento das plantas (Stülp et al., 2009). Na maior densidade avaliada (recomendada pelos obtentores das cultivares) o IAF das duas cultivares em R1 foi de, aproximadamente, 1,5, enquanto na safra 2016/17 foi de 2,5. Esses valores representam a redução da velocidade de formação de folhas quando a soja é semeada no início do período indicado para semeadura.

Para as duas cultivares, o IAF praticamente não aumentou após o estágio R3, quando foi utilizada a densidade recomendada (100%) (Figuras 5 e 6). Todavia, com a redução da densidade houve aumento do IAF de R3 até R5.1. Isso evidencia que em baixas densidades de plantas e em época de semeadura que desfavorece o crescimento inicial de plantas, o IAF pode atingir seu valor máximo somente durante o enchimento de grãos, em cultivares com tipo de crescimento indeterminado.

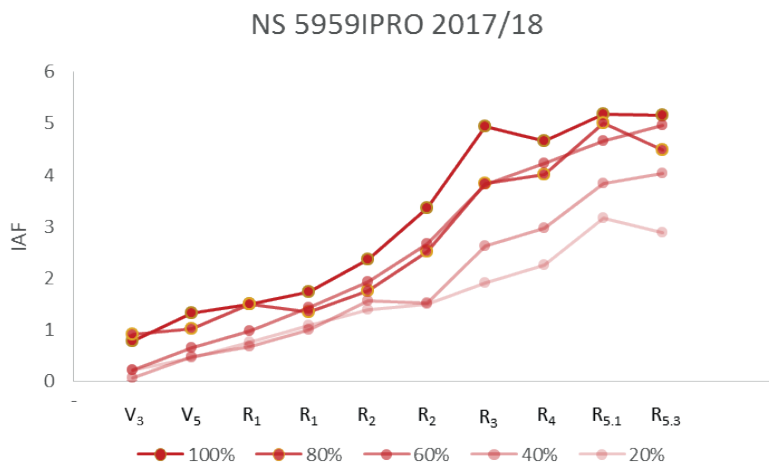
Do estágio R4 até R5.3, o IAF da cultivar BRS 1010IPRO não variou expressivamente entre as densidades de 100, 80, 60 e 40% do indicado, corroborando com os dados obtidos na safra anterior e demonstrando a alta plasticidade fenotípica da cultivar (Figura 5). Entre os estádios R3 e R5.3, para a cultivar NS 5955IPRO, houve redução expressiva do IAF com o uso de densidades de 40 e 20% do indicado, em relação às densidades mais altas. Isso indicava a menor plasticidade fenotípica dessa cultivar em relação à BRS 1010IPRO.

Outra observação importante é que os valores máximos de IAF na safra 2016/17 foram próximos de 8,0 para a maior densidade, enquanto na safra 2017/18 foi próximo de 5,0, para ambas cultivares (Figuras 3, 4, 5 e 6). No caso da menor densidade avaliada, os valores máximos de IAF foram ao redor de 5,5, nas duas cultivares na safra 2016/17. Contudo, na safra 2017/18 foram de, aproximadamente, 5,5 para a cultivar BRS 1010IPRO e de apenas 3,0 para a NS 5959IPRO, o que provavelmente limitou a produtividade desta cultivar.

De forma geral, para a cultivar BRS 1010IPRO, o IAF após a formação de vagens foi similar nas densidades de 100, 80, 60 e 40% do indicado, em função da alta capacidade de compensação de espaços. Para a cultivar NS 5959IPRO, que possui plantas mais compactas, o uso de 40 e 20% da densidade indicada provocou menor IAF no período de enchimento de grãos frente às maiores densidades.



**Figura 5.** Índice de área foliar (IAF) da cultivar BRS 1010IPRO durante o ciclo de desenvolvimento em cinco densidades de semeadura (100, 80, 60, 40 e 20 % do recomendado pelo obtentor). Londrina, PR, safra 2017/18.



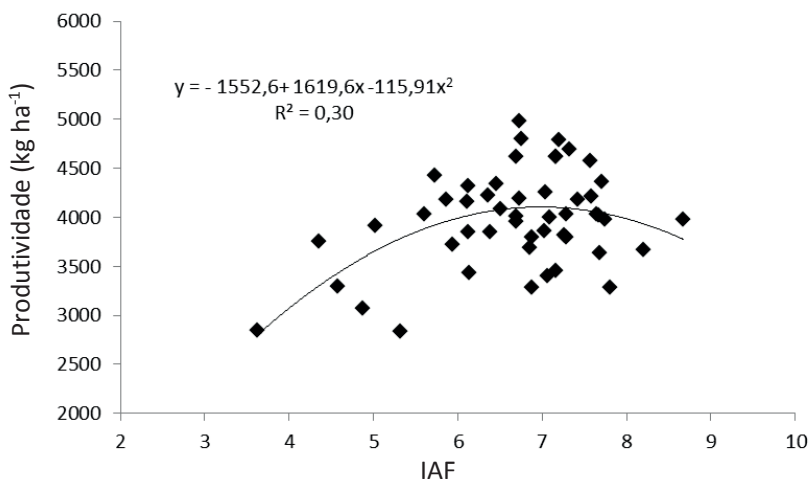
**Figura 6.** Índice de área foliar (IAF) da cultivar NS 5959IPRO durante o ciclo de desenvolvimento em cinco densidades de semeadura (100, 80, 60, 40 e 20 % do recomendado pelo obtentor). Londrina, PR, safra 2017/18.

Houve correlação significativa entre o IAF avaliado no estágio R5.1 com a produtividade de grãos das duas cultivares (Figuras 7 e 8). Na safra 2016/17, o valor de IAF que proporcionou maior produtividade foi de 6,98 – ponto máximo da curva. Na safra 2017/18, houve aumento linear da produtividade com o aumento do IAF, uma vez que os valores de IAF não ultrapassaram 6,5. Destaca-se que nas duas safras, as maiores produtividades ficaram na faixa de 4,5 a 5,0 t ha<sup>-1</sup>, muito superior à média do Paraná de 3,7 e 3,5 t ha<sup>-1</sup> nas safras 2016/17 e 2017/18, respectivamente (CONAB, 2018).

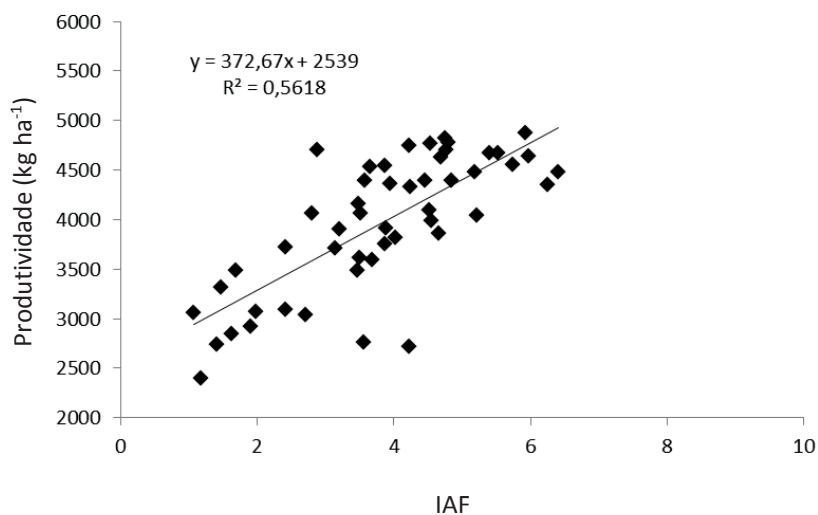
Considerando as características das cultivares e do ambiente de produção - natureza e práticas de manejo - é possível inferir que IAF durante o início de enchimento de grãos menores que 6,5 podem limitar a produtividade, em razão da menor interceptação de luz e conversão em biomassa. Adicionalmente, os resultados da safra 2016/17 indicam que valores superiores a 7,0 podem provocar redução de produtividade, provavelmente em função do aumento do gasto de energia das plantas em respiração e fotossíntese para manter os tecidos vivos, além de maior dificuldade em controlar doenças, como a ferrugem asiática e insetos-praga, como os percevejos e as lagartas (Zanon et al., 2015; Tagliapietra et al., 2018).

Em pesquisa realizada por Tagliapietra et al. (2018), verificou-se que o IAF ótimo no enchimento de grãos para maximizar a produtividade em cultivares modernas, com tipo de crescimento indeterminado, variou de 6,0 a 6,5, corroborando os dados da presente pesquisa. O elevado IAF necessário para a obtenção de altas produtividades de grãos de soja pode ser explicado pela necessidade de alta quantidade de reservas de nitrogênio nas folhas para viabilizar o enchimento de grãos (Salvagiotti et al., 2008).

Adicionalmente, é importante mencionar que a relação entre o IAF e a produtividade de grãos foi fortemente influenciada pelas condições de ambiente. Por exemplo, na safra 2016/17, o IAF em R5.1 de 5,0 conferiu produtividade estimada de 3.650 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto na safra posterior, o mesmo IAF conferiu produtividade estimada de 4.400 kg ha<sup>-1</sup>.



**Figura 7.** Relação entre o índice de área foliar (IAF) da soja no estágio R5.1 e a produtividade da cultura. Equação significativa ( $p \leq 0,05$ ). Dados de duas cultivares (BRS 1010IPRO e NS 5959IPRO). Londrina, PR, safra 2016/17.



**Figura 8.** Relação entre o índice de área foliar (IAF) da soja no estágio R5.1 e a produtividade da cultura. Equação significativa ( $p \leq 0,05$ ). Dados de duas cultivares (BRS 1010IPRO e NS 5959IPRO). Londrina, PR, safra 2017/18.



## Referências

---

- BALBINOT JUNIOR, A. A.; PROCÓPIO, S. O.; COSTA, J. M.; KOSINSKI, C. L.; PANISON, F.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C. Espaçamento reduzido e plantio cruzado associados a diferentes densidades de plantas de soja. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, p. 2977-2986, 2015b.
- BALBINOT JUNIOR, A. A.; PROCÓPIO, S. O.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; PANISON, F. Semeadura cruzada em cultivares de soja com tipo de crescimento determinado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, p. 1215-1226, 2015a.
- CONAB. **Séries históricas**. 2018. Disponível em: <<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/index.php/safras/safra-serie-historica>>. Acesso em: 05 out. 2018.
- FERREIRA, A. S.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; WERNER, F.; ZUCARELI, C.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H. Plant density and mineral nitrogen fertilization influencing yield, yield components and concentration of oil and protein in soybean grains. **Bragantia**, v. 75, p. 362-370, 2016.
- HARTLEY, H. O. The use of range in analysis of variance. **Biometrika**, v. 37, p. 271-280, 1950.
- HEIFFIG, L. S.; CÂMARA, G. M. S.; MARQUES, L. A.; PEDROSO, D. B.; PIEDADE, S. M. S. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, v. 65, p. 285-295, 2006.
- HIRAKURI, M. H.; BALBINOT JUNIOR, A. A. **Análise econômica de diferentes densidades de semeadura na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 7 p. (Embrapa Soja. Comunicado Técnico, 87).
- PROCÓPIO, S. O.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; PANISON, F. Plantio cruzado na cultura da soja utilizando uma cultivar de hábito de crescimento indeterminado. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 56, p. 319-325, 2013.
- RICHETTI, A.; FERREIRA, A. E. A. G.; STAUT, L. A. **Custo de produção de soja e milho safrinha em São Gabriel do Oeste, MS, da safra 2016/2017**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2017. 5 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado Técnico, 226).
- RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E.; BENSON, G. O. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 20 p. (Special Report, 53).
- SALVAGIOTTI, F.; CASSMAN, K. G.; SPECHT, J. E.; WALTERS, D. T.; WEISS, A.; DOBERMANN, A. R. Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: A review. **Field Crops Research**, v. 108, p. 1-13, 2008.
- SANTOS, E. L.; AGASSI, V. J.; CHICOWSKI, A. S.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; BALBINOT JUNIOR, A. A. Hill drop sowing of soybean with different number of plants per hole. **Ciência Rural**, v. 48, p. 1-6, 2018.
- SETIYONO, T. D.; BASTIDAS, A. M.; CASSMAN, K. G.; WEISS, A.; DOBERMANN, A.; SPECHT, J. E. Nodal leaf area distribution in soybean plants grown in high yield environments. **Agronomy Journal**, v. 103, p. 1198-1205, 2011.
- SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality. **Biometrika**, v. 52, p. 591-611, 1965.
- STÜLP, M.; BRACCINI, A. L.; ALBRECHT, L. P.; ÁVILA, M. R.; SCAPIM, C. A.; SCHUSTER, I. Desempenho agrônomo de três cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura em duas safras. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 5, p. 1240-1248, 2009.

TAGLIAPIETRA, E. L.; STRECK, N. A.; ROCHA, T. S. M.; RICHTER, G. L.; SILVA, M. R.; CERA, J. C.; GUEDES, J. V. C.; ZANON, A. J. Optimum leaf area index to reach soybean yield potential in subtropical environment. **Agronomy Journal**, v. 110, p. 932-938, 2018.

ZANON, A. J.; RICHTER, G. L.; BECKER, C. C.; ROCHA, T. S. M.; CERA, J. C.; WINCK, J. E. M.; CARDOSO, A. P.; TAGLIAPIETRA, E. L.; WEBER, P. S. Contribuição das ramificações e a evolução do índice de área foliar em cultivares modernas de soja. **Bragantia**, v. 74, p. 279-290, 2015.



---

*Soja*